

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. September 2005 (15.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/085655 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **F15D 1/06**,
B64C 23/00

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2005/000381

(22) Internationales Anmeldedatum:
2. März 2005 (02.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 011 030.1 4. März 2004 (04.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT** [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **ARNDT, Frank**
[DE/DE]; Goethepark 11, 10627 Berlin (DE). **KRÜGER,**
Ursus [DE/DE]; Krampnitzer Weg 11, 14089 Berlin
(DE). **LÜTHEN, Volkmar** [DE/DE]; Beckerstrasse 4,
12157 Berlin (DE). **STECKENBORN, Arno** [DE/DE];
Stadtrandstrasse 467b, 13589 Berlin (DE). **STÖSSEL,**
Matthias [DE/DE]; Dornheimer Ring 7, 68309 Mannheim
(DE). **ULLRICH, Raymond** [US/DE]; Habichtsteig 18,
14621 Schönwalde (DE).

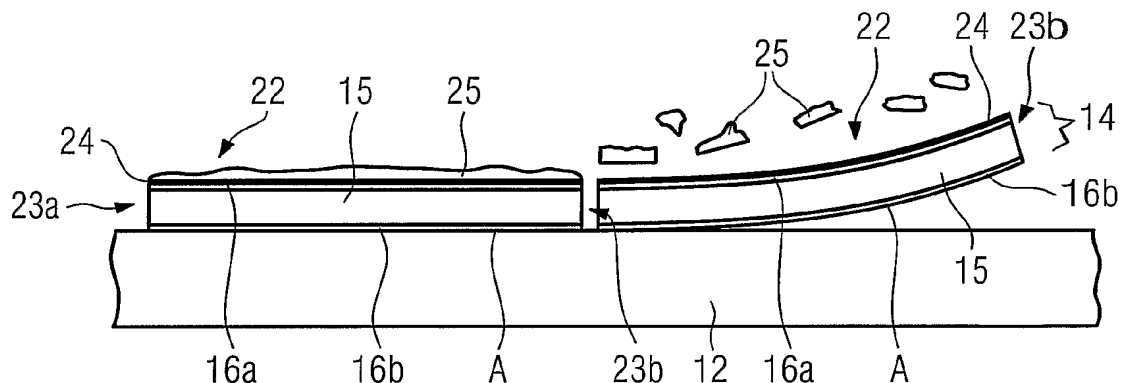
(74) Gemeinsamer Vertreter: **SIEMENS AKTIENGE-**
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: CLADDING COMPRISING AN INTEGRATED POLYMER ACTUATOR FOR THE DEFORMATION OF SAID
CLADDING

(54) Bezeichnung: VERKLEIDUNG MIT INTEGRIERTEM POLYMERAKTOR ZUR VERFORMUNG DERSELBEN



(57) Abstract: The invention relates to a cladding (22) for a wall (12) comprising a barrier layer (24) that can be deformed by the action of a polymer actuator (14). According to the invention, a contact surface (A) of the cladding lies completely against the wall, at least in the non-deformed state, stabilising the intrinsically elastic wall cladding. For example, said wall cladding can be fixed to the wall (12) in the form of lamellae (22), at respective points, in such a way that the activation of the polymer actuator (14) causes the lamellae (22) to bend, thus permitting, for example, a layer (25) of ice to be detached from the cladding. Alternatively, the cladding can also be configured from a membrane actuator, which is fixed at points, or by its entire surface to the wall (12) (not illustrated).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf eine Verkleidung (22) für eine Wand (12) mit einer durch einen Polymeraktor (14) verformbaren Grenzschicht (24). Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass die Verkleidung über eine Anlagefläche (A) zumindest im unverformten Zustand vollständig an der Wand anliegt, wodurch vorteilhaft die an sich elastische Wandverkleidung stabilisiert wird. Die Wandverkleidung kann beispielsweise in Form von Lamellen (22) jeweils punktuell auf der Wand (12) befestigt werden, so dass eine Aktivierung des Polymeraktors (14) eine Verbiegung der Lamellen (22) hervorruft, wodurch beispielsweise eine Eisschicht (25) von der Verkleidung abgesprengt werden kann. alternativ kann die Verkleidung auch aus einem Membranaktor gebildet sein, welcher punktuell oder ganzflächig auf der Wand (12) befestigt ist (nicht dargestellt).



WO 2005/085655 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Beschreibung

Verkleidung mit integriertem Polymeraktor zur Verformung derselben

5

Die Erfindung bezieht sich auf eine Verkleidung mit einer elastischen, die Oberfläche der Verkleidung bildenden Grenzschicht und einem in die Verkleidung integrierten Polymeraktor zur Verformung der Grenzschicht.

10

Eine Verkleidung der eingangs genannten Art wird z. B. durch Ron Pelrin, in „Smart Structures and Materials 2001“, Proceedings of SPIE Vol. 4329 (2001) auf den Seiten 335 bis 349 beschreiben. Gemäß dieser Veröffentlichung kann eine Verkleidung aus einem membranartigen Polymeraktor bestehen, welcher auf einem Array von Kreislöchern aufgebracht wird. Oberhalb der Kreislöcher kann sich die Membran durch Anlegen eines elektrischen Feldes an das elektroaktive Polymer verformen, wobei sich der Polymeraktor auf den Stegen zwischen den Kreislöchern abstützt. Hierdurch lässt sich die Oberflächenstruktur der Verkleidung beispielsweise für aerodynamische Zwecke verformen um den Strömungswiderstand zu minimieren.

20

Als Polymerlage für den Polymeraktor können Elastomere wie z. B. Silikon verwendet werden. Hierdurch lässt sich ein elektrostatischer Elastomeraktor erzeugen, bei dem die Verformung der Polymerlage aufgrund der gegenseitigen Anziehung der Elektrodenlagen bei Vorliegen eines elektrischen Feldes erfolgt. Die Polymerlage kann jedoch auch aus einem elektroaktiven Polymer wie z. B. PMMA (Polymethyl Methacrylate) bestehen. Bei elektroaktiven Polymeren wird die Verformung aufgrund der Anziehung der Elektrodenlagen zusätzlich durch eine aktive Verformung des elektroaktiven Polymers im elektrischen

25

30

Feld unterstützt. Weitere Materialien für die Polymerlage können durch Mischungen der genannten Materialien untereinander oder mit anderen Materialien erhalten werden.

- 5 Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Verkleidung mit einer verformbaren Grenzschicht zu schaffen, welche einerseits einfach herzustellen ist und andererseits eine hohe Stabilität aufweist.
- 10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagefläche an der verkleideten Unterlage anliegt, wobei die Anlagefläche nur mit Teilbe-
- 15 reichen auf der Unterlage befestigt ist. Dadurch, dass die Anlagefläche der Verkleidung vollständig auf der zu verkleideten Unterlage aufliegt, wird die Verkleidung durch die Unterlage optimal gestützt. Damit weist diese zumindest im unverformten, an der Unterlage anliegenden Zustand auch bei-
- 20 spielsweise gegenüber einem Staudruck bei aerodynamischen Anwendungen einen hohen Widerstand gegen eine staudruckbedingte Verformung auf. Außerdem kann als Unterlage damit eine durchgehende Oberfläche verwendet werden, d. h. dass keine Vertiefungen wie die erwähnten Kreislöcher notwendig sind. Damit vereinfacht sich die Herstellung der verkleideten Oberfläche
- 25 vorteilhaft, und es wird gleichzeitig eine höhere Stabilität der Unterlage erreicht.

Die Verkleidung könnte beispielsweise auf den Tragflächen eines Flugzeugs aufgebracht werden. Im normalen Betriebszustand

30 liegt die Verkleidung dann fest auf der Tragfläche an und weist, wie bereits erwähnt, eine hohe Formstabilität auf. Die Betätigung des Polymeraktors wird nur für den Fall vorgesehen, dass eine sich ausbildende Eisschicht von der Tragfläche

abgesprengt werden muss, um eine Beeinträchtigung der aerodynamischen Eigenschaften der Tragflächen zu verhindern. Zur Verformung der Grenzschicht der Verkleidung wird der Polymeraktor durch Anlegen eines elektrischen Feldes aktiviert, so dass dieser sich verformt. Da die Verkleidung nur in Teilbereichen auf der Unterlage befestigt ist, führt die Verformung zwischen den Teilbereichen im Falle der Ausbildung des Polymeraktors als Membranaktor zu einer Wölbung von der Unterlage weg, so dass zwischen der Unterlage und der Verkleidung in diesen Bereichen ein Hohlraum entsteht. Im verformten Zustand besitzt die Verkleidung aufgrund der ausgebildeten Verwölbung eine erhöhte Eigenstabilität, so dass die fehlende Abstützung durch die Unterlage kompensiert wird. Nach der Enteisung legt sich die Verkleidung wieder fest an die Unterlage an.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Polymeraktor als Membranaktor ausgebildet ist. Membranaktoren lassen sich vorteilhaft kostengünstig für große Flächen herstellen. Die Verkleidung kann beispielsweise als folienförmiges Halbzeug hergestellt werden, welches als Verkleidung auf die zu verkleidende Unterlage aufgebracht und dort befestigt wird.

Für die Befestigung ist es vorteilhaft, wenn die Verkleidung in regelmäßigen Abständen punktuell auf der Unterlage befestigt ist. Diese punktuelle Befestigung kann beispielsweise mittels Klebepunkten oder auch durch Nietverbindungen erfolgen, wobei die Nietverbindungen gleichzeitig als elektrische Zuführungen für die zur Aktivierung des Polymeraktors notwendigen Flächenelektroden dienen können.

Es ist weiterhin vorteilhaft, wenn die Verkleidung mit Durchgangslöchern versehen ist. Hierdurch kann sichergestellt wer-

den, dass sich die Verkleidung bei einer Verformung zuverlässig von der Unterlage abheben kann, da durch die Durchgangslöcher ein Druckausgleich zu den sich bildenden Hohlräumen hin möglich ist.

5

Eine besondere Ausgestaltung der Erfindung wird erhalten, wenn die Verkleidung aus einzeln jeweils mit einem Ende auf der Unterlage befestigten Lamellen zusammengesetzt ist, wobei die Lamellen jeweils als Biegeaktor ausgebildete Polymeraktoren sind. Bei dieser Ausgestaltung der Erfindung ist die Verkleidung nicht durch eine geschlossene Folie gebildet, sondern weist jeweils Schlitzte oder Zwischenräume auf, die die einzelnen Lamellen zumindest in Teilbereichen voneinander trennen. Auf diese Weise kann jede Lamelle einzeln als Biegeaktor aufgefasst werden, wobei eine Biegung durch Aktivierung des jeweiligen Polymeraktors erzeugt werden kann. Die Lamellen heben sich aufgrund der Biegung einseitig von der Unterlage ab, da sie mit dem anderen Ende jeweils auf der Unterlage befestigt sind. Die durch die Verkleidung erzeugte Oberfläche ist daher mit Fischschuppen vergleichbar, die gemeinsam die Grenzschicht der Verkleidung bilden und durch Aufstellen der Schuppen verformt werden kann. Der dadurch erreichbare Verformungseffekt ist vorteilhaft besonders groß, so dass die Lamellen besonders gut beispielsweise zum Ab-

10
15
20
25

sprengen einer Eis- oder auch Kalkschicht bei vereisungs- oder verkalkungsgefährdeten Objekten verwendet werden kann. Gleichzeitig lässt sich mittels der Lamellen eine strömungsdynamisch günstige Oberfläche erzeugen, die in der Fachwelt auch als Haifischhaut bezeichnet wird.

30

Eine weitere Lösung der oben angegebenen Aufgabe sieht vor, dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagenfläche an der

verkleideten Unterlage anliegt, wobei die Verkleidung mit der gesamten Anlagefläche fest mit der Unterlage verbunden ist und zumindest eine Elektrodenlage für den Polymeraktor aufweist, die sich nur über einen Teilbereich des Polymeraktors erstreckt. Durch die Verbindung der Verkleidung über die gesamte Anlagefläche wird vorteilhaft eine besonders stabile Verkleidung für die Unterlage geschaffen. Diese Stabilität bleibt auch erhalten, wenn der Polymeraktor verformt wird. Die Verformung des Polymeraktors kommt nämlich nicht durch Abheben der Verkleidung und Auswölben von der Unterlage weg zustande, sondern durch das lediglich lokale Anlegen eines elektrischen Feldes an den Polymeraktor. Ein elektrisches Feld in dem Polymeraktor wird nämlich nur in denjenigen Teilbereichen erzeugt, die sich an die nur Teilbereiche des Polymeraktors abdeckende Elektrodenlage anschließen. Da die anderen Bereiche auch bei Anlegen eines elektrischen Feldes an den Polymeraktor unverformt bleiben, weichen diese Bereiche den angrenzenden verformten Bereichen aus, so dass in den Teilbereichen, in denen sich die Elektrodenlage befindet, eine Verdünnung des Polymeraktors und in den Teilbereichen außerhalb der Elektrodenlage eine Verdickung des Polymeraktors erfolgt. Hierdurch wird die Grenzschicht der Verkleidung verformt, wobei sich eine Topographie mit Erhebungen und Vertiefungen der Grenzschicht einstellt.

Es ist vorteilhaft, wenn die Elektrodenlage die Stege einer wabenartigen Struktur auf der Polymerlage bilden. Hierdurch lässt sich vorteilhaft eine regelmäßige Topografie der verformten Grenzschicht der Verkleidung einstellen, bei der die Erhöhungen nährungsweise kreisförmig sind und durch eine wabenförmig zusammenhängende, talartige Vertiefung voneinander getrennt sind. Diese Bauform der Elektrodenlage hat außerdem den Vorteil, dass sie, obwohl sie nur Teilbereiche des Poly-

meraktors bedeckt eine zusammenhängende Struktur bildet, die einerseits einfach herzustellen und auf die Polymerlage aufzubringen ist und andererseits vorteilhaft auch einfach elektrisch zu kontaktieren ist. Selbstverständlich kann die
5 Elektrodenlage auch anders, z. B. linienförmig strukturiert sein, um z. B. eine Textur der Oberfläche zu erzeugen.

Eine weitere Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass die Unterlage eine Elektrode für eine Polymerschicht des Polymeraktors bildet. Dies ist nur dann möglich, wenn die Unterlage selbst elektrisch leitend ist. In diesem Fall wird eine Elektrodenlage zwischen der Unterlage und der Polymerlage eingespart, was vorteilhaft den Fertigungsaufwand verringert. Die Unterlage kann beispielsweise geerdet sein, so dass
10 das Potential zur Erzeugung eines elektrischen Feldes an die grenzschichtseitige Elektrodenlage angelegt werden kann.

Zuletzt ist gemäß einer Ausgestaltung beider Varianten der Erfindung vorgesehen, dass die Grenzschicht als Zusatzschicht auf dem Polymeraktor ausgebildet ist. Diese Zusatzschicht kann verschiedene Funktionen übernehmen und vorteilhaft dadurch die Funktionalität der Verkleidung verbessern oder erweitern. Beispielsweise ist eine optische Funktion (Farbstoff, Leuchtschicht) denkbar. Weiter kann die Zusatzschicht
20 eine Schutzfunktion für den Polymeraktor übernehmen, so dass dieser vor Umwelteinflüssen geschützt wird. Auch ist eine Zusatzschicht denkbar, die aufgrund ihrer Oberflächenstruktur einen Lotuseffekt der Oberfläche bewirkt. Wesentlich für die Funktion des Polymeraktors ist jedoch, dass die Zusatzschicht
25 elastisch ist, so dass sie eine Verformung der Grenzschicht
30 nicht verhindert.

Weitere Einzelheiten der Erfindung werden im Folgenden anhand schematischer Ausführungsbeispiele beschrieben. Hierbei zeigen

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verkleidung, bei der ein membranartiger Polymeraktor mit punktueller Befestigung auf der Unterlage zum Einsatz kommt, im schematischen Schnitt,

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verkleidung mit lamellenartigen Polymeraktoren als Seitenansicht und

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Verkleidung mit einem ganzflächig fest auf der Unterlage montierten Polymeraktor und einer wabenartigen Elektrode als geschnittene, perspektivische Ansicht.

Gemäß Figur 1 ist eine Verkleidung 11 auf einer Unterlage 12, die verkleidet werden soll, mittels Nieten 13 punktuell befestigt. Die Verkleidung wird durch einen Polymeraktor 14 gebildet, der als Membranaktor ausgeführt ist. Dieser weist eine Polymerlage 15 aus einem elektroaktiven Polymer auf, welcher beidseitig mit je einer Elektrodenlage 16a, 16b versehen ist. Die Nieten 13 sind in elektrisch isolierenden Buchsen 17 in der Unterlage 12 befestigt, so dass eine elektrische Isolation der Nieten 13 von der an sich elektrisch leitfähigen Unterlage 12 gewährleistet ist. Die Nieten 13 sind elektrisch leitend mit der von der Unterlage abgewandten Elektrodenlage 16a verbunden, während die an die Unterlage 12 angrenzende Elektrodenlage 16b mit dieser kontaktiert ist. die Unterlage 12 kann damit als Erdung 18 der Elektrodenlage 16b zum Einsatz kommen. Wird über die Nieten 13 ein Potential P angelegt, so führt das daraus resultierende elektrische Feld in der Polymerlage 15 zum in Figur 1 dargestellten Verformungszustand des Polymeraktors 14, der dadurch gekennzeichnet ist, dass

sich zwischen den Nieten 13 sich von der Unterlage 12 wegwölbende Bäuche der Verkleidung entstehen.

Mit der Verkleidung gemäß Figur 1 ließen sich beispielsweise die aerodynamischen Eigenschaften einer durch den Polymeraktor 14 gebildeten Grenzschicht verändern. Die Grenzschicht wird im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 durch die Elektrodenlage 16a gebildet.

Da der Polymeraktor 14 im unverformten Zustand mit einer Anlagefläche A ohne Zwischenraum fest an der Unterlage 12 anliegt (nicht dargestellt), sind in der Verkleidung 11 weiterhin Durchgangslöcher 19 vorgesehen, so dass ein Druckausgleich erfolgen kann, sobald sich aufgrund der Verformung des Polymeraktors 14 ein Hohlraum 20 zwischen der Verkleidung 11 und der Unterlage 12 ausbildet. Im Hohlraum 20 gemäß Figur 1 sind weitere Kontaktstellen 21 der Verkleidung 11 mit der Unterlage 12 dargestellt, die hinter der Schnittebene gemäß Figur 1 liegen und durch verdeckte, den dargestellten Nieten 13 benachbarte Nieten erzeugt werden. Die Nieten 13 sind auf der Unterlage jeweils in den Mittelpunkten der Waben eines gedachten Wabenmusters angeordnet.

In den weiteren Figuren sind sich entsprechende Bauelemente mit jeweils den gleichen Bezugszeichen versehen, wobei diese nur insoweit nochmals erläutert werden, wie sich Unterschiede zum Ausführungsbeispiel gemäß Figur 1 ergeben.

Eine Verkleidung gemäß Figur 2 besteht aus Lamellen 22, welche jeweils mit ihrem einen Ende 23a fest mit der Unterlage 12 verbunden sind, während das andere Ende 23b zusammen mit der Anlagefläche A nur auf der Unterlage 12 aufliegt. Die Lamellen 22 weisen Polymeraktoren 14 auf, die als Biegeaktoren

ausgeführt sind. Um bei Verformung der Polymerlage 15 eine Biegung der Lamellen 22 hervorzurufen, ist die der Unterlage 12 zugewandte Elektrodenlage 16b mit einer im Vergleich zur Elektrodenlage 16a und einer auf dieser aufgetragenen Zusatzschicht 24 wesentlich höheren Elastizität ausgestattet. Die Biegung der Lamellen wird also dadurch hervorgerufen, dass die Elektrodenlage 16a und die Zusatzschicht 24 einer Dehnung der Polymerlage 15 einen wesentlich größeren Widerstand entgegenzusetzen als die Elektrodenlage 16b.

Die Zusatzschicht kann je nach ihrer Beschaffenheit zusätzliche Funktionen der Verkleidung erfüllen. Im Ausführungsbeispiel gemäß Figur 2 erhöht sie beispielsweise die Steifigkeit der Elektrodenlage 16a, so dass die Funktionalität des Biegeaktors verbessert wird. Die Zusatzschicht kann beispielsweise aus Teflon bestehen, so dass die Haftung beispielsweise von Kalkablagerungen 25 verringert wird und durch Betätigung der Biegeaktoren ein Absprengen der Kalkablagerungen 25 erleichtert wird.

Die Verkleidung gemäß Figur 3 wird durch die Polymerlage 15 gebildet, die ganzflächig fest mit der Unterlage 12 verbunden ist. Die Unterlage 12 ist elektrisch leitend ausgeführt und bildet insofern gleichzeitig die eine Elektrodenlage 16b zur Aktivierung der Polymerlage 15. Die andere Elektrodenlage 16a besteht aus wabenförmig miteinander verbundenen Stegen auf der freien Oberfläche der Polymerlage 15. Wird an die Elektrodenlagen 16a, 16b eine Spannung U angelegt, so entsteht in der Polymerlage 15 ein elektrisches Feld mit örtlich unterschiedlich starker Ausprägung, wobei das Feld im Bereich der wabenartigen Stege der Elektrodenlage 16a ein Maximum erreicht. Daher ist in diesen Bereichen die Verformung der Polymerlage 15, also die Verringerung ihrer Dicke am stärksten,

so dass das Material der Polymerlage in das Wabeninnere der durch die Stege gebildeten Waben verdrängt wird und dort zu einer Verdickung der Polymerlage 15 führt. Hierbei stellt sich das durch die strichpunktierte Linie angedeutete Profil 5 26 der Oberfläche der Verkleidung ein. Diese Gestaltänderung der Oberfläche kann in der bereits beschriebenen Weise genutzt werden.

Die Polymeraktoren 14 gemäß der Figuren 1 bis 3 weisen je- 10 weils nur eine Polymerlage 15 auf. Allerdings können auch Schichtaktoren mit mehreren Polymerlagen verwendet werden (nicht dargestellt), wobei sich hierdurch die erreichbaren Verformungsbeträge steigern lassen.

Patentansprüche

1. Verkleidung mit einer elastischen, die Oberfläche der Verkleidung bildenden Grenzschrift und einem in die Verkleidung integrierten Polymeraktor (14) zur Verformung der Grenzschrift, 5 dadurch gekennzeichnet, dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagefläche (A) an der verkleideten Unterlage (12) anliegt, wobei die Anlagefläche nur mit Teilbereichen auf der Unterlage (12) befestigt ist. 10
2. Verkleidung nach Anspruch 1, 15 dadurch gekennzeichnet, dass der Polymeraktor als Membranaktor ausgebildet ist.
3. Verkleidung nach Anspruch 2, 20 dadurch gekennzeichnet, dass diese in regelmäßigen Abständen punktuell auf der Unterlage befestigt ist.
4. Verkleidung nach einem der vorangehenden Ansprüche, 25 dadurch gekennzeichnet, dass die Verkleidung mit Durchgangslöchern (19) versehen ist.
5. Verkleidung nach Anspruch 1, 30 dadurch gekennzeichnet, dass diese aus einzeln jeweils mit einem Ende auf der Unterlage befestigten Lamellen (22) zusammengesetzt ist, wobei die Lamellen jeweils als Biegeaktor ausgebildete Polymeraktoren sind.

6. Verkleidung mit einer elastischen, die Oberfläche der Verkleidung bildenden Grenzschrift und einem in die Verkleidung integrierten Polymeraktor (14) zur Verformung der Grenzschrift,

5 dadurch gekennzeichnet,
dass die Verkleidung mit einer betragsmäßig mit dem Flächeninhalt der Verkleidung übereinstimmenden Anlagefläche (A) an der verkleideten Unterlage (12) anliegt, wobei die Verkleidung mit der gesamten Anlagefläche (A) fest mit der Unterlage
10 (12) verbunden ist und zumindest eine Elektrodenlage (16a) für den Polymeraktor (14) aufweist, die sich nur über einen Teilbereich des Polymeraktors (14) erstreckt.

7. Verkleidung nach Anspruch 6,

15 dadurch gekennzeichnet,
dass die Elektrodenlage (16a) die Stege einer wabenartigen Struktur auf der Polymerlage (15) bilden.

8. Verkleidung nach einem der Ansprüche 6 oder 7,

20 dadurch gekennzeichnet,
dass die Unterlage (12) eine Elektrode für eine Polymer-schicht (15) des Polymeraktors (14) bildet

9. Verkleidung nach einem der vorangehenden Ansprüche,

25 dadurch gekennzeichnet,
dass die Grenzschrift als Zusatzschicht (24) auf dem Polymeraktor ausgebildet ist.

1 / 1

FIG 1

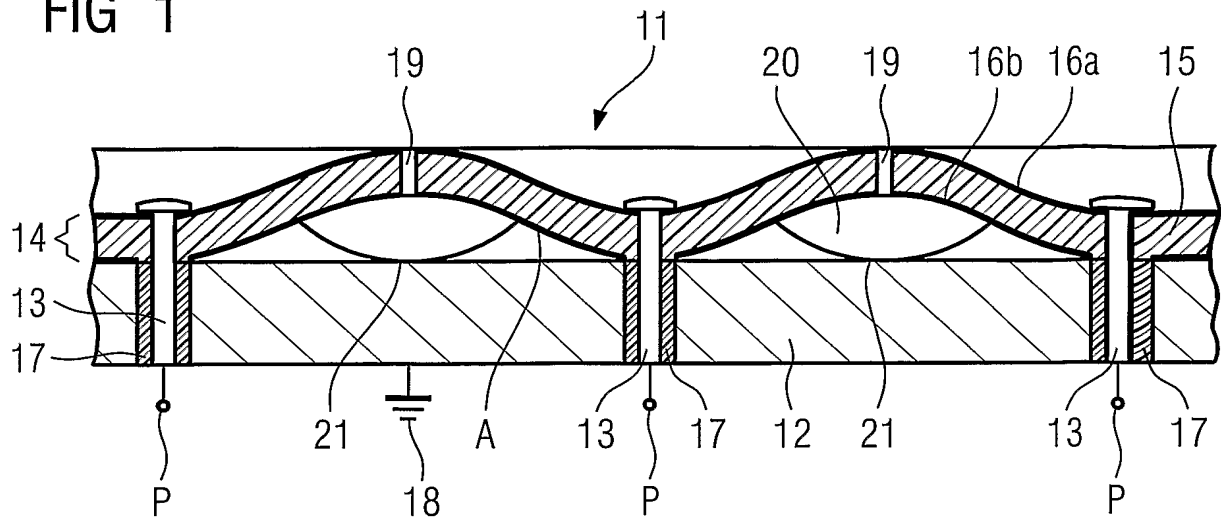


FIG 2

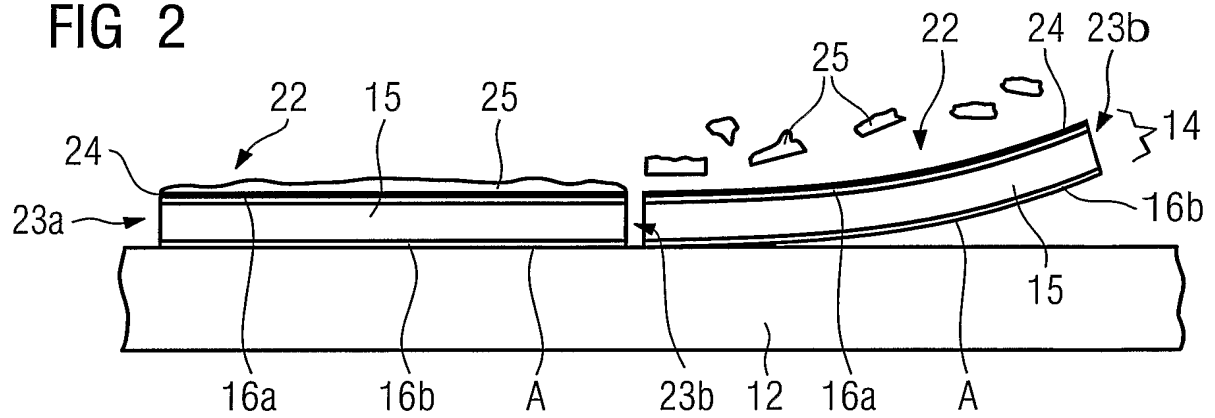
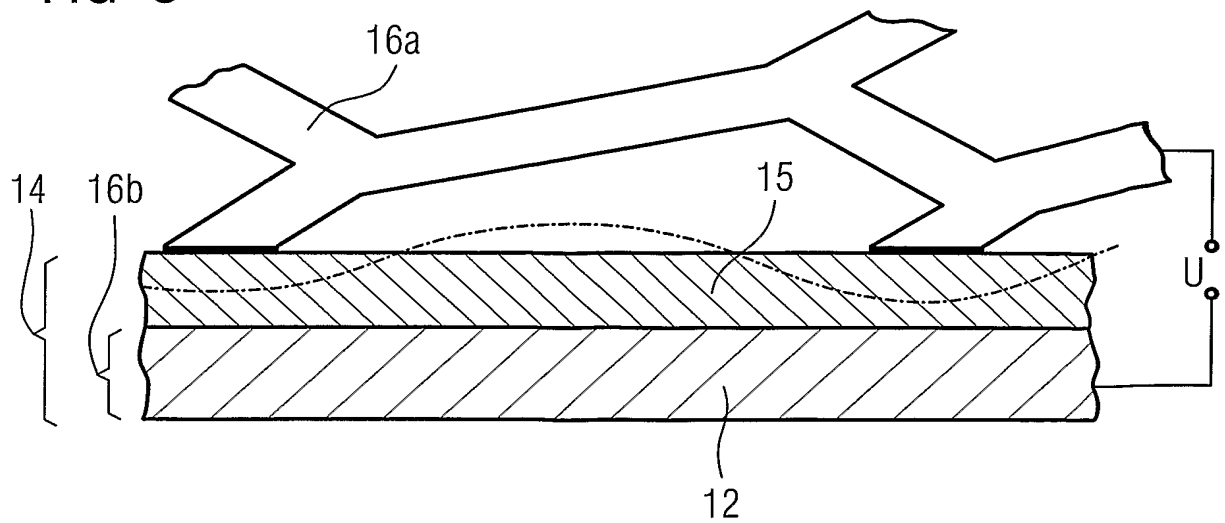


FIG 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000381

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 F15D1/06 B64C23/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B64C B64D F15D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	EP 0 422 746 A (DATAPRODUCTS NEW ENGLAND, INCORPORATED) 17 April 1991 (1991-04-17)	1-3, 5-9
A	column 6, line 1 - column 8, line 43; figures 5,6	4
Y	US 6 376 971 B1 (PELRINE RONALD E ET AL) 23 April 2002 (2002-04-23)	1-3, 5-9
A	column 1, line 43 - column 2, line 2 column 2, lines 39-47 column 3, lines 48-59 column 11, line 51 - column 12, line 34; figure 1f	4
A	US 6 358 021 B1 (CABUZ CLEOPATRA) 19 March 2002 (2002-03-19) the whole document	1, 6
	----- -/-- -----	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

1 June 2005

Date of mailing of the international search report

23/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Busto, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE2005/000381

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 774 252 A (LIN ET AL) 30 June 1998 (1998-06-30) column 2, line 55 - column 5, line 23; figures 1-4 -----	1,6
A	DE 44 46 031 A1 (DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FUER LUFT- UND RAUMFAHRT EV, 51147 KOELN, D) 27 June 1996 (1996-06-27) the whole document -----	1,6
A	US 4 690 353 A (HASLIM ET AL) 1 September 1987 (1987-09-01) the whole document -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2005/000381

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0422746	A	17-04-1991	US 4982121 A AT 118196 T DE 69016736 D1 DE 69016736 T2 EP 0422746 A2	01-01-1991 15-02-1995 23-03-1995 01-06-1995 17-04-1991
US 6376971	B1	23-04-2002	US 6343129 B1 US 2002050769 A1 US 2002122561 A1 US 2003214199 A1 US 6543110 B1 US 6545384 B1 JP 2001524278 T WO 9835529 A2 US 6781284 B1 AU 6230800 A AU 7052000 A EP 1212800 A1 EP 1221180 A2 JP 2003505865 T JP 2003506858 T WO 0106579 A2 WO 0106575 A1 US 2004008853 A1 US 6812624 B1 US 2004232807 A1 US 2004263028 A1 AU 4905801 A AU 5288301 A WO 0158973 A2 WO 0159852 A2 US 2001026165 A1 US 2002008445 A1	29-01-2002 02-05-2002 05-09-2002 20-11-2003 08-04-2003 08-04-2003 27-11-2001 13-08-1998 24-08-2004 05-02-2001 05-02-2001 12-06-2002 10-07-2002 12-02-2003 18-02-2003 25-01-2001 25-01-2001 15-01-2004 02-11-2004 25-11-2004 30-12-2004 20-08-2001 20-08-2001 16-08-2001 16-08-2001 04-10-2001 24-01-2002
US 6358021	B1	19-03-2002	AU 2006602 A CA 2427822 A1 EP 1332547 A1 WO 0237661 A1	15-05-2002 10-05-2002 06-08-2003 10-05-2002
US 5774252	A	30-06-1998	NONE	
DE 4446031	A1	27-06-1996	FR 2728534 A1 GB 2296696 A ,B	28-06-1996 10-07-1996
US 4690353	A	01-09-1987	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000381

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 F15D1/06 B64C23/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B64C B64D F15D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	EP 0 422 746 A (DATAPRODUCTS NEW ENGLAND, INCORPORATED) 17. April 1991 (1991-04-17)	1-3, 5-9
A	Spalte 6, Zeile 1 - Spalte 8, Zeile 43; Abbildungen 5, 6	4
Y	US 6 376 971 B1 (PELRINE RONALD E ET AL) 23. April 2002 (2002-04-23)	1-3, 5-9
A	Spalte 1, Zeile 43 - Spalte 2, Zeile 2 Spalte 2, Zeilen 39-47 Spalte 3, Zeilen 48-59 Spalte 11, Zeile 51 - Spalte 12, Zeile 34; Abbildung 1f	4
A	US 6 358 021 B1 (CABUZ CLEOPATRA) 19. März 2002 (2002-03-19) das ganze Dokument	1, 6
	----- --/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

1. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

23/06/2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Busto, M

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000381

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 774 252 A (LIN ET AL) 30. Juni 1998 (1998-06-30) Spalte 2, Zeile 55 - Spalte 5, Zeile 23; Abbildungen 1-4 -----	1,6
A	DE 44 46 031 A1 (DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FUER LUFT- UND RAUMFAHRT EV, 51147 KOELN, D) 27. Juni 1996 (1996-06-27) das ganze Dokument -----	1,6
A	US 4 690 353 A (HASLIM ET AL) 1. September 1987 (1987-09-01) das ganze Dokument -----	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2005/000 381

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0422746 A	17-04-1991	US 4982121 A AT 118196 T DE 69016736 D1 DE 69016736 T2 EP 0422746 A2	01-01-1991 15-02-1995 23-03-1995 01-06-1995 17-04-1991
US 6376971 B1	23-04-2002	US 6343129 B1 US 2002050769 A1 US 2002122561 A1 US 2003214199 A1 US 6543110 B1 US 6545384 B1 JP 2001524278 T WO 9835529 A2 US 6781284 B1 AU 6230800 A AU 7052000 A EP 1212800 A1 EP 1221180 A2 JP 2003505865 T JP 2003506858 T WO 0106579 A2 WO 0106575 A1 US 2004008853 A1 US 6812624 B1 US 2004232807 A1 US 2004263028 A1 AU 4905801 A AU 5288301 A WO 0158973 A2 WO 0159852 A2 US 2001026165 A1 US 2002008445 A1	29-01-2002 02-05-2002 05-09-2002 20-11-2003 08-04-2003 08-04-2003 27-11-2001 13-08-1998 24-08-2004 05-02-2001 05-02-2001 12-06-2002 10-07-2002 12-02-2003 18-02-2003 25-01-2001 25-01-2001 15-01-2004 02-11-2004 25-11-2004 30-12-2004 20-08-2001 20-08-2001 16-08-2001 16-08-2001 04-10-2001 24-01-2002
US 6358021 B1	19-03-2002	AU 2006602 A CA 2427822 A1 EP 1332547 A1 WO 0237661 A1	15-05-2002 10-05-2002 06-08-2003 10-05-2002
US 5774252 A	30-06-1998	KEINE	
DE 4446031 A1	27-06-1996	FR 2728534 A1 GB 2296696 A ,B	28-06-1996 10-07-1996
US 4690353 A	01-09-1987	KEINE	